www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasia.htm Caldasia 28(2):307-325. 2006

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN DEL CANÓN DEL RÍO CHICAMOCHA, 500-1200 M; SANTANDER-COLOMBIA: UNA HERRAMIENTA PARA LA CONSERVACIÓN

Structure of the plant communities from Chicamocha canyon, 500-1200 m.a.s.l.; Santander, Colombia: a tool for conservation

Sofía Albesiano
J. Orlando Rangel-Ch.
Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Apartado 7495, Bogotá, D.C., Colombia. aalbesiano@yahoo.com; jorangelc@unal.edu.co

RESUMEN

En la vegetación de la cuenca media del cañón del río Chicamocha entre los 500 y los 1170 m de altitud, en los municipios de Cepitá y Piedecuesta (Inspección de Policía de Pescadero), en Santander-Colombia, el tipo fisionómico dominante es el matorral, aunque se encuentran algunos tipos de vegetación boscosa cerca de los cursos de agua. La distribución en clases de frecuencia de los parámetros altura, cobertura y diámetro a la altura del pecho (DAP), muestra que la mayoría de los individuos se agrupan en las clases inferiores. La mayor parte de los elementos del estrato herbáceo miden entre 60 cm y 1 m y los del estrato arbustivo entre 1,9 y 2,1 m. La mayoría de los individuos del estrato arbustivo cubre entre 0,3 y 1,44 m^2. Son muy escasos los elementos con DAP superior a 8 cm. Las especies más importantes en la vegetación regional según el Índice de Valor de Importancia (IVI) son: *Stenocereus griseus* (79), *Lippia origanoides* (76) y *Prosopis juliflora* (75). La riqueza florística del área está representada por 69 familias de plantas vasculares, con 173 géneros y 220 especies. Las familias con mayor número de géneros y especies son: Asteraceae (15 géneros/16 especies), Euphorbiaceae (9/16), Fabaceae (11/12), Poaceae (11/12) y Cactaceae (6/7). Entre el periodo de 1960-1990 se presentaron cambios en la cobertura vegetal debido principalmente al sobrepastoreo extensivo e incontrolado de ganado caprino y en menor proporción, a la extracción de leña y/o a la construcción de obras civiles como vías de comunicación y viviendas. El Índice de Deforestación durante los últimos 30 años en la cuenca media de la región semiárida del cañón del río Chicamocha es del 7%.

Palabras clave. Estructura de la vegetación, diversidad, conservación, región semiárida, río Chicamocha, Santander, Colombia.

ABSTRACT

In the middle part of the basin of the canyon of the Chicamocha river (Cepita and Piedecuesta, Santander-Colombia), between the 500 and the 1170 m of altitude, the scrub vegetation-type is dominant in the physiognomy of plant communities, although there are some forest types growing along the shores of small rivers and streams. The lower classes of frequency distributions of height, cover and DBH content mostly of the individuals. Most of the elements of the herbaceous stratum measure between 60 cm and 1 m, and those of the shrubby-stratum between 1,9 and 2,1 m and the cover varies between 0,3 and 1,44 m2. Individuals with DBH> 8 cm are very rare. The most important species in the regional vegetation according to the Index of Importance (IVI) are: *Stenocereus griseus* (79), *Lippia origanoides* (76) and *Prosopis juliflora* (75). The plant-richness of the area is represented by 69 families of vascular plants, with 173 genera and 220 species. The families with more genera and species are: Asteraceae (15 genera/16 species), Euphorbiaceae (9/16), Fabaceae (11/12), Poaceae (11/12) and Cactaceae (6/7). Changes in plant-cover occur between 1960-1990 which were related with extensive cattle ranching and the extraction of fuelwood for domestic use and the construction of roads and houses. The Index of Deforestation (deforestation and excessive felling of woody-vegetation) estimated in the last 30 years in the middle part of the semi-arid region of the canyon of the Chicamocha river is 7%.

Kew words. Structure of the vegetation, diversity, conservation, semi-arid region, Chicamocha river, Santander, Colombia.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, las regiones áridas y semiáridas presentan montos anuales de lluvias que varían entre 353 mm en Manaure (La Guajira) y 809,3 mm en la región del río Patía y en fitoclimas xerofíticos de la sabana de Bogotá.

El tipo fisionómico dominante es el matorral, aunque se presentan algunos tipos de vegetación boscosa. El pastoreo extensivo e intensivo de cabras, las quemas, la remoción de la vegetación natural para el establecimiento de cultivos transitorios y el leñateo selectivo en las laderas, han contribuido a acelerar los procesos de erosión, causando un evidente deterioro de la regiones subxerofíticas de Colombia. Comúnmente, las familias con mayor número de géneros y especies en estas regiones son Leguminosae (sentido amplio), Asteraceae, Poaceae, Euphorbiaceae y Cactaceae. En La Guajira, otras familias que sobresalen por sus valores altos de riqueza son Capparidaceae y Bignoniaceae.

Una revisión global de las condiciones de la vegetación especialmente en su composición florística, muestran que en la alta Guajira se encuentran matorrales-herbazales dominados por *Sesuvium edmondstonii* y matorrales de *Haematoxylum brasiletto*, *Castela erecta* y *Cercidium praecox*, también son comunes los matorrales y bosques espinosos, destacándose varias especies de *Bursera*. Cuando las condiciones de precipitación y de humedad mejoran, se establecen bosques dominados por *Caesalpinia coriaria*, *Astronium graveolens*, *Lonchocarpus punctatus*, *Prosopis juliflora* y especies de *Tabebuia*. Es posible también encontrar bosques secos estacionales con *Erythrina velutina*, *Gyrocarpus americanus* y *Pereskia guamacho* (Rieger 1976).

En la parte media y alta de la cuenca del río Patía, municipios de Policarpa, Rosario, Taminango (Nariño) y Mercaderes (Cauca), la vegetación que se establece muestra dos tendencias: a lo largo del cañón sobre suelos arenosos, rocosos y de textura desprendible, aparece la vegetación de la alianza *Zanthoxylo-Acalyphion schiedeanae* con especies características como *Zanthoxylum fagara* y *Acalypha schiedeana*, que incluye los bosques de la asociación *Celosio-Erythroxyletum haughtii* y matorrales con la comunidad de

Clitoria falcata y *Lantana canescens*. En zonas muy alteradas y transformadas sobre pendientes muy variables y en sustratos que van desde franco-arenosos hasta rocosos, se establecen los matorrales y bosques ralos de bajo porte dominados por *Cnidoscolus tubulosus* y *Opuntia dillenii* (alianza *Cnidoscolo-Opuntion dillenii*), que incluye las asociaciones *Abutilo-Stenocereetum grisei* y *Opuntio-Gayetum gaudichaudianae* y las comunidades de *Tabebuia chrysantha* y *Bursera graveolens* (Ariza 1999).

En localidades del desierto de La Tatacoa (Huila) a 530 m de altitud, predominan los matorrales y bosques ralos de *Pithecellobium dulce* y *Randia aculeata*; también son muy comunes los cardonales con *Stenocereus griseus* (Rangel & Franco 1985, Figueroa 2004).

En las laderas alrededor de la laguna de La Herrera (occidente de Bogotá), se establecen los matorrales dominados por *Salvia bogotensis* y *Dodonaea viscosa*, y los matorrales-rosetales donde predominan las especies de *Furcraea* y *Agave*. Entre los cardonales sobresalen *Opuntia schumannii* y *Wigginsia vorwerkiana*. Igualmente, hay algunos pastizales dominados por especies de *Aristida* (Cano & Sarmiento 1997, Rangel & Cortés 1999).

En la parte central de la región semiárida del cañón del río Chicamocha, algunas comunidades vegetales fueron mencionadas por Cuatrecasas (1958), quien las incluyó en la formación vegetal xerofítica o subxerofítica, haciendo mención a tipos de vegetación como el bosque seco, el pajonal y el cardonal. Espinal & Montenegro (1963) dieron una visión panorámica y general de las distintas zonas de vida representadas en el cañón del río Chicamocha y describieron la fisionomía de la vegetación natural. Hernández *et al.* (1963, 1992a,b y 1995) mencionaron tipos de vegetación en la zona central del Chicamocha a lo largo de un gradiente altitudinal, que incluían al matorral micrófilo-crasicaule, matorral nanófilo y pastizales áridos. Rangel & Bernal (1980) reseñaron rasgos fisionómicos y florísticos de los tipos de vegetación en los alrededores de Capitanejo y en la carretera que conduce al Nevado del Cocuy.

Albesiano *et al.* (2003) tipificaron la vegetación que se establece en Cepitá y Pescadero, entre 500 y 1170 m. El arreglo fitosociológico muestra que *G. americanus* y *P. juliflora* tipifican la vegetación de la alianza *Gyrocarpo americani-Prosopion juliflorae*, que arraigan en sitios con suelos superficiales, pendientes suaves hasta muy pronunciadas (5 a 45º de inclinación), al igual que en las orillas de las quebradas. Comprende las asociaciones *Stemmadenio grandiflorae-Rauwolfietum tetraphyllae*, *Ayenio magnae-Casearietum tremulae*, *Gyrocarpo americani-Cedreletum odoratae* y *Caprario biflorae-Prosopietum juliflorae*. Asimismo, se encuentra la vegetación de la alianza *Haematoxylo brasilleto-Cordion curassavicae* que se establece en laderas con pendientes de 5 a 45º grados, en suelos pedregosos. Incluye las asociaciones *Blecho brownei-Heliotropietum fruticosi*, *Melochia mollis-Randietum aculeatae*, *Mammillario columbianae-Pilosoceretum santanderensi* y *Melocacto pescaderensis-Jatrophetum gossypiifoliae*.

Este arreglo fitosociológico es tomado como punto de gravedad en esta contribución sobre la estructura de la vegetación, cuyo objetivo es caracterizar los parámetros de altura, cobertura, diámetro a la altura del pecho, área basal, índice de predominio fisionómico, índices de valor de importancia por especies y familias, y diversidad para cada una de las comunidades vegetales presentes en la cuenca media de la región semiárida del cañón del río Chicamocha.

De manera complementaria, se evalúan los cambios que se presentan en la cobertura vegetal de la región, desde la década del 60 al 90, además de los factores que inciden en dicha transformación. Se trata de encontrar respuestas a interrogantes relacionados con la complejidad estructural de la vegetación y la expresión de la diversidad, la acción de la fisiografía como limitante, además, el grado de afectación del ganado caprino y su papel determinante en el patrón florístico y estructural actual de la vegetación.

ÁREA DE ESTUDIO

Comprende la cuenca media del cañón del río Chicamocha, en los municipios de Cepitá y Piedecuesta (Inspección de Policía de Pescadero), en Santander, entre 500 y 1170 m (ver área de estudio en Albesiano *et al.* 2003, Albesiano & Fernández-A. 2006). Se caracteriza por una topografía con pendientes muy fuertes, superiores a los 60 grados de inclinación, con el predominio de suelos esqueléticos, muy superficiales (10 cm de profundidad), o aún con afloramientos de la roca madre. También se presentan terrenos planos, ya sea en las terrazas con suelos esqueléticos o cerca de los cursos de agua, con suelos pedregosos, profundos, bien drenados, depositados por el río Chicamocha y sus afluentes.

La precipitación anual es de 731 mm y la temperatura media anual es de 25,4 ^{o}C. El tipo de clima (según Thornthwaite), para la cuenca media de la región semiárida del cañón del río Chicamocha es DdA'a', clima semiárido, sin ninguna ganancia de agua y megatermal. No se presenta almacenamiento de agua útil (A) durante once meses del año (de noviembre a septiembre) por cuanto la precipitación (730,8 mm) es igual a la evapotranspiración real (ETR), excepto en octubre (Fig. 1).

MATERIALES Y MÉTODOS

Parámetros estructurales de la vegetación: Densidad relativa, altura, área basal, cobertura, DAP e índices de importancia (IPF, IVI e IVF)

Se realizaron parcelas de 50 m^2 en los matorrales y de 100 m^2 en los bosques al borde del río Chicamocha, quebradas Chinavega y Perchiquez (Albesiano *et al.* 2003), con el fin de caracterizar la composición florística y la estructura de la vegetación. Se registraron los datos de altura, cobertura, diámetro a la altura del pecho (DAP) y número de individuos. La densidad relativa se estimó con la relación = Número de individuos/Área x 10^{-3}

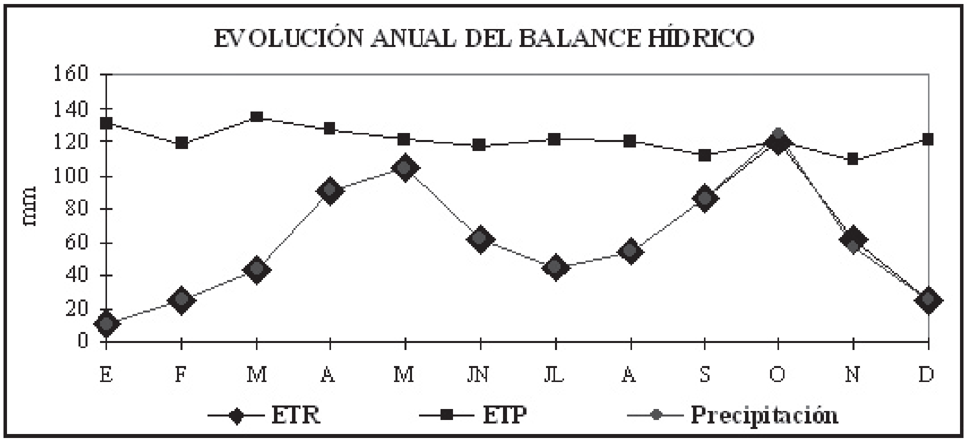

Figura 1. Balance hídrico de la región semiárida del río Chicamocha.

También, se realizaron diagramas estructurales y distribución de frecuencias en los parámetros cobertura y DAP con base en la ley de Sturges (Rangel & Velázquez 1997), de la siguiente manera: $C = (X_{máx} - X_{mín})/m$, donde: $m=1+3,3x(\log n)$, n=número total de individuos, c=amplitud del intervalo y x=parámetro a analizar. Al intervalo que presentó la mayor concentración de individuos, nuevamente se le aplicó la ley de Sturges, con el fin de obtener una mejor distribución de frecuencias.

Las escalas para diferenciar los estratos en las zonas de muestreo son básicamente las propuestas por Rangel & Lozano (1986), con algunas modificaciones para ajustarlos con lo observado en la vegetación del enclave semiárido del río Chicamocha, a saber: rasante (0-0,25 m); herbáceo (>0,25-1,5 m); arbustivo (>1,5-5 m); subarbóreo (arbolito) (>5-12 m) y arbóreo inferior (>12-25 m).

El cálculo del área basal se realizó para los arbustos y los elementos arborescentes en cada una de las asociaciones y a nivel regional, considerando los 61 levantamientos; se empleo la fórmula: Área basal = $\pi/4x(DAP)^2$.

Los índices de predominio fisionómico (IPF) y de valor de importancia (IVI), se determinaron para cada especie de los estratos arbustivo y subarbóreo (arbolitos), a nivel de asociación, de alianza y regional. En todos los casos se siguieron las propuestas de Finol (1976) y de Rangel & Garzón (1994). La escala de valores del IVI va de 0 a 300 (Matteucci & Colma 1982, Krebs 1985). Asimismo, se calculó el índice de valor de importancia para cada familia (IVF).

Índices de diversidad ecológica

Se utilizó la matriz de Biotools para el cálculo de los índices de diversidad y uniformidad, construyendo una tabla con el número de individuos por especies presentes en las nueve asociaciones, y estimando los siguientes parámetros:

a) Riqueza de especies (R): Como medida del número de especies contenidas en cada asociación o diversidad α; se utilizó el cociente del número total de especies sobre la superficie en m^2, de la siguiente forma: S (riqueza de cada asociación) = número de especies/unidad de área (m^2).
   Este índice nos permitió comparar las asociaciones que presentan diferente área.
b) Índice de diversidad de Simpson, c) de Shannon-Wiener; d) números de diversidad de Hill y e) el índice de uniformidad de Pielou. Las interpretaciones de los datos se hicieron según Krebs (1985) y Ludwig & Reynolds (1988).

Evaluación de los cambios en la cobertura vegetal

Se describen las alteraciones en la cobertura vegetal de Pescadero y Cepitá, utilizando la comparación de fotografías aéreas correspondientes a la década del 60 y del 90 de mediana escala (1:20.000 y 1:40.000, respectivamente), por estimaciones manuales en fotografías no orto-rectificadas.

RESULTADOS

La presentación y la discusión de los resultados se basa en el siguiente arreglo fitosociológico (Albesiano *et al.* 2003):

Sintaxón

Alianza: *Gyrocarpo americani-Prosopion juliflorae* **(Gyr.-Pro.)**
  Asociaciones:
    Stemmadenio grandiflorae-Rauwolfietum tetraphyllae **(Ste.-Rau.)**
    Ayenio magnae-Casearietum tremulae **(Aye.-Cas.)**
    Gyrocarpo americani-Cedreletum odoratae **(Gyr.-Ced.)**

Caprario biflorae-Prosopietum juliflorae **(Cap.-Pro.)**

Alianza: *Haematoxylo brasilleto-Cordion curassavicae* **(Hae.-Cor.)**

Asociaciones:

Blecho brownei-Heliotropietum fruticosi **(Ble.-Hel.)**

Melochia mollis-Randietum aculeatae **(Mel.-Ran.)**

Mammillario columbianae-Pilosoceretum santanderensi **(Mam.-Pil.)**

Melocacto pescaderensis-Jatrophetum gossypiifoliae **(Mel.-Jat.)**

Asociación: *Cyperus rotundi-Gynerietum sagittati* **(Cyp.-Gyn.)**

Densidad relativa y altura de los individuos según los estratos

En la tabla 1 se consignan los datos referentes a la densidad relativa (x10^{-3}). A nivel de alianzas, la vegetación que tipifica el sintaxon *Gyrocarpo americani-Prosopion juliflorae* presenta mayor número de individuos (2772), que la vegetación de *Haematoxylo brasilleto-Cordion curassavicae* (2183). A nivel de asociación, *Caprario biflorae-Prosopietum juliflorae* (de la alianza *Gyrocarpo americani-Prosopion juliflorae*) registró el mayor número de individuos (1042). Curiosamente, una asociación de la misma alianza (*Stemmadenio grandiflorae-Rauwolfietum tetraphyllae*) muestra el menor número de individuos. Se exceptúa de esta consideración a *Cyperus rotundi-Gynerietum sagittati*, vegetación típicamente azonal en las riberas de los ríos.

A nivel de estratos, los valores más altos se encuentran en los estratos bajos. En los estratos altos los valores son muy bajos, y en la mayoría de las asociaciones de la alianza *Haematoxylo brasilleto-Cordion curassavicae* sus representantes están ausentes.

Cuando se comparan los valores de las dos alianzas se observan diferencias tajantes. La vegetación de *Haematoxylo brasilleto-Cordion curassavicae* registra altos valores en

Tabla 1. Densidad relativa (x10^{-3}) por estratos a nivel regional, alianza y asociación.

SINTAXONES	Nro. de ind.	r	h	a	ar	ai	# Lev/S m^2
Stemmadenio grandiflorae-Rauwolfietum tetraphyllae	386	216,2	308,8	208,4	30,9	7,7	7/500
Ayenio magnae-Casearietum tremulae	921	736,8	654,9	614,0	38,9	2,0	9/450
Gyrocarpo americani-Cedreletum odoratae	423	173,0	310,5	385,4	68,9	2,2	7/450
Caprario biflorae-Prosopietum juliflorae	1042	818,4	695,0	341,0	32,7	7,3	6/550
Gyrocarpo americani-Prosopion juliflorae	**2772**	**496,2**	**498,0**	**380,3**	**42,0**	**5,0**	**29/1950**
Blecho brownei-Heliotropietum fruticosi	768	849,1	590,2	299,3	4,5	2,3	8/440
Melochia mollis-Randietum aculeatae	554	1095,1	614,9	136,7	-	-	6/300
Mammillario columbianae-Pilosoceretum santanderensi	428	770,0	810,0	560,0	-	-	4/200
Melocacto pescaderensis-Jatrophetum gossypiifoliae	433	321,1	441,1	681,1	-	-	6/300
Haematoxylo brasilleto-Cordion curassavicae	**2183**	**768,1**	**595,6**	**394,4**	**1,6**	**0,8**	**28/1240**
Cyperus rotundi-Gynerietum sagittati	102	117,4	168,4	5,5	-	-	4/350
REGIONAL	5057	554,0	499,7	348,3	0,6	0,3	61/3540

Estratos: **r** = rasante, **h** = herbáceo, **a** = arbustivo, **ar** = arbolito, **ai** = arbóreo inferior
S = área.

los estratos bajos y en algunas asociaciones los estratos altos están ausentes, mientras que en *Gyrocarpo americani-Prosopion juliflorae* se presentan valores en todos los estratos.

Cobertura, diámetro a la altura del pecho y área basal

En la tabla 2 se presentan los porcentajes de cobertura por estratos. A nivel regional, el estrato arbustivo seguido por el subarbóreo y el herbáceo presentan los mayores valores. Con relación al área basal, en 6575 m^2 de superficie de muestreo, se encontraron 2301 arbustos y elementos arborescentes con un área total de 33,9 m^2, principalmente aportados por *Stenocereus griseus* (408 individuos; 14,5 m^2), *Lippia origanoides* (657; 6,3 m^2) y *Prosopis juliflora* (177; 3,12 m^2).

En la alianza *Gyrocarpo americani-Prosopion juliflorae*, los estratos arbustivo (38,6%) y subarbóreo (32,4%) presentan la mayor cobertura y área basal (749 individuos; 5,26 m^2), mientras en la segunda alianza *Haematoxylo brasilleto-Cordion curassavicae*, son los estratos arbustivo (48,5%) y herbáceo (32,2%), los de mayor cobertura. Respecto al área basal, se hallaron 427 individuos con un área total de 3 m^2.

Las particularidades a nivel de asociación muestran los siguientes aspectos:
En la asociación *Stemmadenio grandiflorae-Rauwolfietum tetraphyllae*, los estratos arbustivo y subarbóreo registran las mayores coberturas (cerca de 36%; 34%, respectivamente), especialmente por el aporte de *Rauwolfia tetraphylla*, *P. juliflora* y *Thevetia peruviana*.
Con relación al diámetro a la altura del pecho, el 83,5% de los individuos de los estratos arbustivo, subarbóreo y arbóreo inferior presentan un DAP que oscila entre 0,1 y 56,5 cm (Fig. 2).

Se censaron 115 individuos con un área basal total de 1,2 m^2, las especies con mayor área son *Trophis caucana* con 0,5 m^2 (40,2% del área basal total) y *P. juliflora* (0,2 m^2).

El estrato arbustivo de la asociación *Ayenio magnae-Casearietum tremulae* representa el 46% de cobertura, aportada por *L. origanoides*. El 40,9% de los individuos de los estratos arbustivo, subarbóreo y arbóreo

Tabla 2. Valores de cobertura (%) por estratos a nivel regional, alianza y asociación.

SINTAXONES	**r**	**h**	**a**	**ar**	**ai**	**S m2**
Stemmadenio grandiflorae-Rauwolfietum tetraphyllae	4,4	7,4	35,8	33,9	18,5	500
Ayenio magnae-Casearietum tremulae	2,8	12,2	46,0	13,7	2,8	450
Gyrocarpo americani-Cedreletum odoratae	1,3	3,2	46,2	45,0	2,0	450
Caprario biflorae-Prosopietum juliflorae	4,4	12,0	26,4	37,1	18,1	550
Gyrocarpo americani-Prosopion juliflorae	**3,2**	**8,7**	**38,6**	**32,4**	**10,4**	**1950**
Blecho brownei-Heliotropietum fruticosi	10,9	25,7	47,4	2,6	0,001	440
Melochia mollis-Randietum aculeatae	16,2	44,7	33,0	-	-	300
Mammillario columbianae-Pilosoceretum santanderensi	17,5	27,2	55,3	-	-	200
Melocacto pescaderensis-Jatrophetum gossypiifoliae	5,1	31,2	58,2	-	-	300
Haematoxylo brasilleto-Cordion curassavicae	**12,4**	**32,2**	**48,5**	**2,6**	**0,001**	**1240**
Cyperus rotundi-Gynerietum sagittati	13,0	56,7	29,7	-	-	350
REGIONAL	8,3	23,7	42,3	27,5	8,6	3540

Estratos: r = rasante, h = herbáceo, a = arbustivo, ar = arbolito, ai = arbóreo inferior
S= área.

inferior se caracterizan por presentar un DAP entre 0,2-3,9 cm. Se contabilizaron 262 individuos, con un área basal total de 1,5 m^2, principalmente por *S. griseus* 1,0 m^2 (65,6% del total del área basal), *P. juliflora* 0,3 m^2 y *Casearia tremula* con 0,1 m^2.

En la asociación *Gyrocarpo americani-Cedreletum odoratae*, los arbustos y los arbolitos (subarbóreo) se caracterizan por presentar los valores más altos de cobertura (46,2 y 45%), principalmente por la contribución de *L. origanoides*, *Senna pallida, Cestrum alternifolium*, *P. juliflora*, *Gyrocarpus americanus* y *Cedrela odorata*. El diámetro a la altura del pecho del 50,3% de los elementos del estrato arbustivo y arborescente varía entre 0,2 y 4 cm. Se encontraron 189 individuos con un área basal total de 1,4 m^2, las especies con mayor valor son *C. odorata* (0,6 m^2; 41,6% del área basal total), *P. juliflora* (0,4 m^2) y *S. griseus* (0,2 m^2).

Los arbolitos (subarbóreo) y los arbustos de la asociación *Caprario biflorae-Prosopietum juliflorae* presentan los valores mayores de cobertura (37,1% y 26,4%), especialmente por *P. juliflora*. El 53,1% de los individuos que hacen parte de los estratos arbustivo y arborescente presentan un diámetro entre 0,2 y 1,3 cm. Además, se censaron 183 individuos con un área basal total de 1,1 m^2, principalmente por *P. juliflora* (0,9 m^2, 86,8% del total del área basal) y *C. alternifolium* (0,1 m^2).

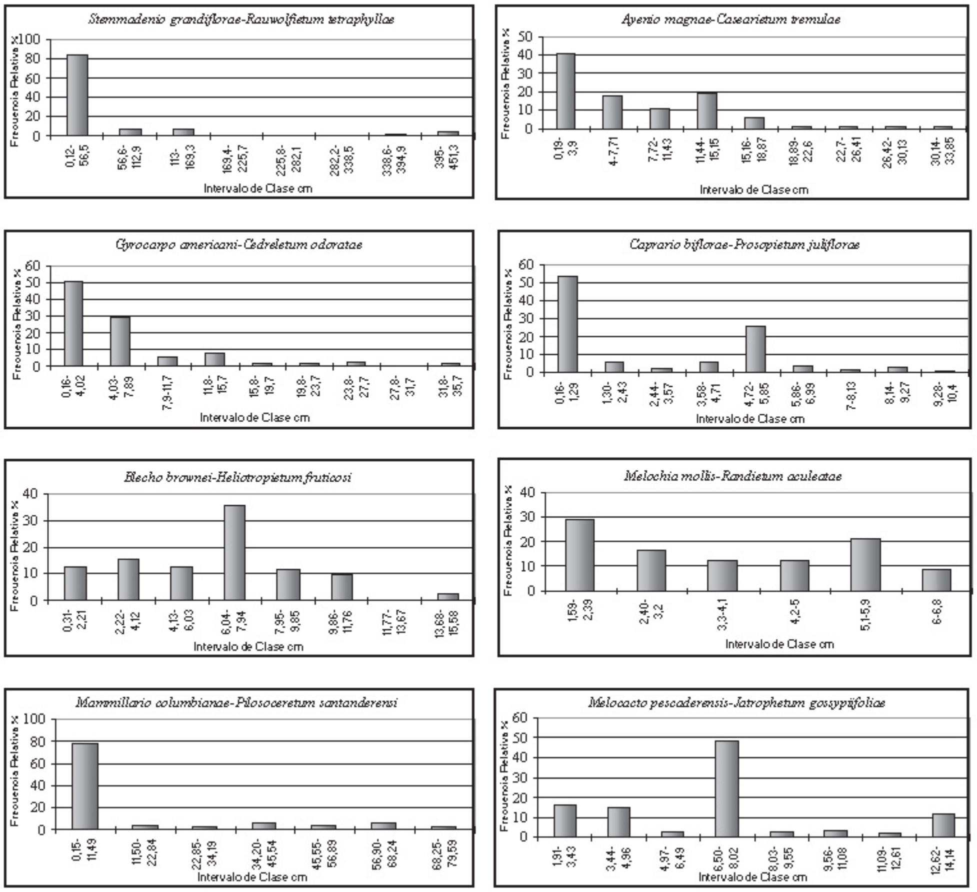

Figura 2. Distribución por clases del DAP, del intervalo con mayor rango.

En la asociación *Blecho brownei-Heliotropietum fruticosi*, los estratos arbustivo y herbáceo muestran los valores más altos de cobertura (47,4 y 25,7%). Las especies con mayor cobertura son: *Digitaria californica*, *Condylidium cuatrecasasii*, *L. origanoides*, *S. griseus* y *Zamia encephalartoides*. El 35,8% de los individuos que hacen parte de los arbustos, los arbolitos (subarbóreo) y del estrato arbóreo inferior presentan un DAP de 7 cm. Se presentan 125 individuos con un área basal total de 1 m^2, especialmente por *S. griseus* (0,3 m^2; 32,6% del área basal total), *Z. encephalartoides* y *Cavanillesia platanifolia* (0,2 m^2).

En la asociación *Melochia mollis-Randietum aculeatae*, los estratos herbáceo (48%) seguido por el arbustivo (33%) presentan los valores mayores de cobertura, particularmente por el aporte de *Cordia divaricata*, *L. origanoides*, *Randia aculeata* y *Waltheria indica*. El diámetro a la altura del pecho en el 29,2% de los individuos que forman parte del estrato arbustivo se encuentra entre 1,6 y 2,4 cm. Igualmente, se contabilizaron 41 individuos, cuya área basal total es de 0,1 m^2, principalmente por *R. aculeata* (0,1 m^2, 82% del área basal total).

En la asociación *Mammillario columbianae-Pilosoceretum santanderensi*, el estrato arbustivo presenta la cobertura mayor 55,3%; aportada por *Haematoxylum brasiletto*, *L. origanoides*, *Cordia curassavica* y *S. griseus*. El diámetro a la altura del pecho del 77,8% de los elementos del estrato arbustivo varía de 0,2 a 11,5 cm. Se contabilizaron 56 individuos con un área basal total de 1 m^2. Son importantes *S. griseus* (0,8 m^2; 85% del área basal total) y *H. brasiletto* (0,1 m^2).

El estrato arbustivo de la asociación *Melocacto pescaderensis-Jatrophetum gossypiifoliae* presenta los valores mayores de cobertura (58,2%), principalmente por *L. origanoides*, *C. divaricata* y *S. pallida*. El diámetro a la altura del pecho del 48% de los arbustos varía entre 6,5-8 cm. Se presentan 205 individuos con un área basal total de 1 m^2, especialmente por *S. griseus* (0,6 m^2, 66,2% del total de área basal), *L. origanoides* y *Opuntia dillenii* (0,1 m^2).

En la asociación *Cyperus rotundi-Gynerietum sagittati*, el estrato herbáceo presenta la mayor cobertura (56,7%), con *Gynerium sagittatum* y *P. juliflora*. Además, se encuentran 2 arbustos de *G. sagittatum* con un área basal de 0,002 m^2.

Índice de Predominio Fisionómico (IPF) e Índice de Valor de Importancia por especies (IVI)

A nivel regional, *L. origanoides* del estrato arbustivo presenta el mayor valor del Índice de Predominio Fisionómico (84) (Tabla 3A), le sigue *S. griseus* (70). En el parámetro de cobertura relativa, la especie con mayor valor es *P. juliflora* (24%), seguida de *L. origanoides* (20%). Respecto a la densidad relativa, después de *L. origanoides* (31%), obtienen los mayores valores *S. griseus* (17%), *C. alternifolium* (9%) y *S. pallida* (8%). En área basal relativa *S. griseus* (51%).

En el estrato subarbóreo, *P. juliflora* alcanza el valor más alto (98) (Tabla 3B), le sigue *S. griseus* (81). El mayor porcentaje de densidad relativa lo presenta *S. griseus* (27%), en cobertura *C. divaricata* (13%), y por último *S. griseus* (51%) en dominancia relativa (área basal).

Con relación al Índice de Valor de Importancia, en el estrato arbustivo, *S. griseus* (79) y *L. origanoides* (76) presentaron los mayores valores (Tabla 4A), y en el estrato subarbóreo *S. griseus* (96) y *P. juliflora* (74) (Tabla 4B).

Tablas 3 A y B. Índice de Predominio Fisionómico (IPF) de los estratos arbustivo y subarbóreo, a nivel regional, alianza y asociación.

A. ESTRATO ARBUSTIVO

	SINTAXONES								ALIANZA		
ESPECIE	Ste.-Rau.	Aye.-Cas.	Gyr.-Ced.	Cap.-Pro.	Ble.-Hel.	Mel.-Ran.	Mam.-Pil.	Mel.-Jat.	Gyr.-Pro.	Hae.-Cor.	Regional
Lippia origanoides	2	76	40	4	82	100	0,1	129	37	82	84
Stenocereus griseus	15	96		6	66		1	85	54	107	70
Prosopis juliflora		20	81	130	8			2	48	15	35
Cestrum alternifolium	5	17	32	93	7		4	3	31	6	17
Rauwolfia tetraphylla	46		59			5			27	0	13
Senna pallida		4	20	25	10	22	2	10	12	9	12
Cordia curassavica	5	18	4		9		3	33	7	22	10
Opuntia dillenii			43		22			12	7	6	5
Stemmadenia grandiflora	47	1				13			8	1	4
Zamia encephalartoides					47			10		10	3
Gyrocarpus americanus	65	10	17	10	5				22	2	2
Casearia tremula		20						1	6	0	2
Randia aculeata		2				132		3	0	7	2
Lantana canescens		6		11	3				5	1	2

B. ESTRATO DE ARBOLITOS (SUBARBÓREO)

	SINTAXONES					ALIANZA		
ESPECIE	Ste.-Rau.	Aye.-Cas.	Gyr.-Ced.	Cap.-Pro.	Ble.-Hel.	Gyr.-Pro.	Hae.-Cor.	Regional
Prosopis juliflora	140	162	121	261		156	20	98
Stenocereus griseus		86	29	12	54	21	163	81
Cordia curassavica							20	20
Gyrocarpus americanus	34		51	27		30		20
Cedrela odorata			92			39		19
Cavanillesia platanifolia					246		62	3
Ochroma pyramidale							36	2
Cestrum alternifolium			8			3		1

Nota: Los nombres de las unidades de vegetación han sido abrevidados. Ver apartado de arreglo fitosociológico.

Tabla 4. Índice de Valor de Importancia por especies (IVI) de los estratos arbustivo y subarbóreo, a nivel regional, alianza y asociación.

A. ESTRATO ARBUSTIVO

	SINTAXONES								ALIANZA		
ESPECIE	Ste.-Rau.	Aye.-Cas.	Gyr.-Ced.	Cap.-Pro.	Ble.-Hel.	Mel.-Ran.	Mam.-Pil.	Mel.-Jat.	Gyr.-Pro.	Hae.-Cor.	Regional
Stenocereus griseus	20	110		11	61		129	103	61	113	79
Lippia origanoides	4	54	44	9	69	70	80	90	33	62	76
Prosopis juliflora		13	74	92	11			5	32	11	20
Cestrum alternifolium	11	24	44	92	9		11	6	35	8	19
Senna pallida		10	29	27	11	34	11	14	16	14	16
Cordia divaricata	6	16	6		7		22	19	9	18	11
Opuntia dillenii			46		26			22	9	10	8
Rauwolfia tetraphylla	41		28			13			14	1	8
Jatropha gossypiifolia	13	6	5	7			18	16	7	8	6
Gyrocarpus americanus	54	10	13	15	6				20	3	6
Stemmadenia grandiflora	41	2				21			8	2	5
Zamia encephalartoides					43			13		10	3
Randia aculeata		2				116		7	1	6	2

B. ESTRATO DE ARBOLITOS (SUBARBÓREO)

	SINTAXONES					ALIANZA		
ESPECIE	Ste.-Rau.	Aye.-Cas.	Gyr.-Ced.	Cap.-Pro.	Ble.-Hel.	Gyr.-Pro.	Hae.-Cor.	Regional
Stenocereus griseus		124	35	29	104	43	211	96
Prosopis juliflora	130	124	99	232		2	20	74
Gyrocarpus americanus	36		53	39		30		19
Cedrela odorata			101			119		18
Cavanillesia platanifolia					196		29	3

A nivel de unidades de vegetación se presentan las siguientes particularidades:

La vegetación de la alianza *Gyrocarpo americani-Prosopion juliflorae*, el estrato arbustivo muestra a *S. griseus* con el mayor Índice de Predominio Fisionómico (54) y en el estrato subarbóreo *P. juliflora* alcanza el valor más alto (156). La especie con valor mayor del Índice de Valor de Importancia en el estrato arbustivo es *S. griseus* (61), mientras que en el estrato subarbóreo es *C. odorata* (119).

En el estrato arbustivo y subarbóreo de la alianza *Haematoxylo brasilleto-Cordion curassavicae*, *S. griseus* registra el mayor IPF e IVI.

En la asociación *Stemmadenio grandiflorae-Rauwolfietum tetraphyllae*, *G. americanus*, *Stemmadenia grandiflora* y *R. tetraphylla* obtuvieron los mayores valores del IPF e IVI para el estrato arbustivo, mientras que en el estrato subarbóreo, *P. juliflora* registró los mayores índices.

En la asociación *Ayenio magnae-Casearietum tremulae*, para el estrato arbustivo el valor mayor del IPF e IVI lo presentan *S. griseus* y *L. origanoides*, y en el estrato subarbóreo *P. juliflora* y *S. griseus*.

En el estrato arbustivo y subarbóreo de la asociación *Gyrocarpo americani-Cedreletum odoratae*, *P. juliflora* y *C. odorata* presentan los valores más altos en estos índices.

En la asociación *Caprario biflorae-Prosopietum juliflorae* para el estrato arbustivo y subarbóreo, los mayores valores fueron para *P. juliflora* y *C. alternifolium*.

En el estrato arbustivo de la asociación *Blecho brownei-Heliotropietum fruticosi*, los valores mayores de IPF e IVI lo presenta *L. origanoides*, mientras que en el subarbóreo lo hace *C. platanifolia*.

En la asociación *Melochia mollis-Randietum aculeatae*, en el estrato arbustivo, la especie con valores altos del IPF e IVI es *R. aculeata*.

En el estrato arbustivo de la asociación *Mammillario columbianae-Pilosoceretum santanderensi*, presentan los valores más altos en los índices *C. alternifolium* y *S. griseus*

En la asociación *Melocacto pescaderensis-Jatrophetum gossypiifoliae*, en el estrato arbustivo, los mayores valores en los índices lo presentan *L. origanoides* y *S. griseus*.

Índice de Valor de Importancia para Familias (IVF)

A nivel regional, en los estratos arbustivo y subarbóreo, se encontraron representantes de 37 familias. Los índices más altos se presentaron en Cactaceae (75), Verbenaceae (53) y Mimosaceae (31). En la tabla 5 se presentan las familias con mayor valor en este parámetro en cada alianza y asociación.

Análisis de la diversidad florística en las asociaciones

En la asociación *Stemmadenio grandiflorae-Rauwolfietum tetraphyllae*, la familia con mayor número de géneros y especies es Malvaceae (Tabla 6); en *Ayenio magnae-Casearietum tremulae*, *Blecho brownei-Heliotropietum fruticosi*, *Mammillario columbianae-Pilosoceretum santanderensi* y *Melocacto pescaderensis-Jatrophetum gossypiifoliae* es Cactaceae; en *Gyrocarpo*

Tabla 5. Familias con mayor Índice de Valor de Importancia (IVF), a nivel regional, alianza y asociación.

	SINTAXONES								ALIANZA		
FAMILIA	Ste.-Rau.	Aye.-Cas.	Gyr.-Ced.	Cap.-Pro.	Ble.-Hel.	Mel.-Ran.	Mam.-Pil.	Mel.-Jat.	Gyr.-Pro.	Hae.-Cor.	Regional
Cactaceae	14	89	44	14	82		137	119	44	119	75
Verbenaceae	7	55	29	28	60	72	71	75	29	51	53
Mimosaceae	33	31	51	116	9			10	49	11	30
Apocynaceae	71	13	28		9	39			23	11	12
Rubiaceae	7	6				109		11	6	6	4

americani-Cedreletum odoratae, *Caprario biflorae-Prosopietum juliflorae* y *Melochia mollis-Randietum aculeatae* es Euphorbiaceae.

Índices de diversidad ecológicos en las asociaciones

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'): El mayor valor se presenta en las asociaciones *Stemmadenio grandiflorae-Rauwolfietum tetraphyllae* y *Melochia mollis-Randietum aculeatae*
(Tabla 7).

Índice de diversidad de Simpson (D): Todas las asociaciones de la alianza *Gyrocarpo americani-Prosopion juliflorae*, además de *Blecho brownei-Heliotropietum fruticosum* y *Melochia mollis-Randietum aculeatae* de la alianza *Haematoxylo brasilleto-Cordion curassavicae* registran los más altos valores (0,9).

Índice de uniformidad de Pielou (J): Las asociaciones con alto grado de equidad son *Stemmadenio grandiflorae-Rauwolfietum tetraphyllae*, *Gyrocarpo americani-Cedreletum odoratae* y *Melochia mollis-Randietum aculeatae* con 0,9.

Riqueza (R): Las asociaciones *Stemmadenio grandiflorae-Rauwolfietum tetraphyllae*, *Ayenio magnae-Casearietum tremulae,*

Tabla 6. Familias con mayor diversidad de géneros y especies en las asociaciones. Ordenadas alfabéticamente.

	GÉNEROS/ESPECIES							
ASOCIACIÓN	Ste.-Rau.	Aye.-Cas.	Gyr.-Ced.	Cap.-Pro.	Ble.-Hel.	Mel.-Ran.	Mam.-Pil.	Mel.-Jat.
Asteraceae	2/2	3/3	1/1	1/1	3/3	3/3		2/2
Cactaceae	2/3	3/4	2/3	2/3	4/5	2/3	5/6	4/5
Euphorbiaceae	2/2	2/2	3/3	3/3	4/4	3/4	3/3	2/2
Fabaceae	1/1		1/1		2/2			
Malvaceae	5/5	2/2		1/1	2/2	3/3		2/2
Poaceae	1/1	1/1		1/1	3/3	3/3		1/1

Tabla 7. Índices de diversidad y uniformidad para cada asociación

ASOCIACIÓN	H'	J	λ	N2	D	Individuos	Especies	Área (m^2)	R	R.E.A.
Ste.-Rau.	3,1	0,9	0,1	18	0,9	367	28	500	0,1	0,7
Aye.-Cas.	2,4	0,8	0,1	8	0,9	776	22	450	0,1	0,3
Gyr.-Ced.	2,4	0,9	0,1	10	0,9	351	17	450	0,04	0,6
Cap.-Pro.	2,3	0,8	0,1	7	0,9	1016	18	550	0,03	0,4
Ble.-Hel.	2,6	0,8	0,1	7	0,9	673	28	440	0,1	0,2
Mel.-Ran.	3,0	0,9	0,1	11	0,9	516	19	300	0,1	0,6
Mam.-Pil.	1,9	0,8	0,2	5	0,8	198	10	200	0,1	0,5
Mel.-Jat.	1,7	0,8	0,2	4	0,8	376	10	300	0,03	0,4
Cyp.-Gyn.	1,2	0,7	0,4	3	0,6	87	5	350	0,01	0,1

H'= Índice de diversidad de Shannon-Wiener; J= Índice de uniformidad de Pielou; λ= Dominancia de Simpson; N2= Número de especies muy abundantes; D= Índice de diversidad de Simpson; R= Riqueza; R.E.A.=Relación de especies muy abundantes vs. Nro. total de especies.

Blecho brownei-Heliotropietum fruticosi, *Melochia mollis-Randietum aculeatae* y *Mammillario columbianae-Pilosoceretum santanderensi* se caracterizan por presentar la mayor variedad de especies por área (0,1).

Especies muy abundantes (N2): La asociación *Stemmadenio grandiflorae-Rauwolfietum tetraphyllae* presenta 18 especies muy abundantes (contienen el 90% de los individuos). Las especies con número considerable de individuos son: *Solanum crotonifolium* (32), *Abutilon giganteum* (29), *R. tetraphylla* (29), *Tournefortia volubilis* (28) y *S. grandiflora* (25). La asociación *Melochia mollis-Randietum aculeatae* presenta 11 especies muy abundantes (contienen el 90% de los individuos). Las especies con mayor abundancia son: *Melochia mollis* (72), *L. origanoides* (64) y *Aristida adscensionis* (59).

Relación de especies muy abundantes *vs* Nro. total de especies (R.E.A.): Relacionando el número de especies muy abundantes con el número de especies totales se obtuvo que las asociaciones con mayor valor son *Stemmadenio grandiflorae-Rauwolfietum tetraphyllae*, *Gyrocarpo americani-Cedreletum odoratae* y *Melochia mollis-Randietum aculeatae*. Es decir que de la totalidad de especies de cada asociación, 60 ó 65% de ellas respectivamente son muy abundantes, debido a que contienen el 90% de los individuos.

Todos los índices de diversidad aplicados a las unidades de vegetación señalan a *Stemmadenio grandiflorae-Rauwolfietum tetraphyllae* y *Melochia mollis-Randietum aculeatae* como las asociaciones más diversas por presentar la mayor variedad de especies y grado de equidad.

Estado de conservación

Con base en la comparación de las aerofotografías de las décadas del 60 y el 90, se delinearon contornos que permitieron detectar una disminución de 63 hectáreas en la cobertura vegetal (Tabla 8). Aparecieron áreas pequeñas desprovistas de vegetación, así como también áreas utilizadas en cultivos de pancoger (maíz, fríjol) y cultivos con fines comerciales (papaya, melón, tomate, maracuyá y tabaco). Los resultados son los siguientes :

El índice de deforestación en la cuenca media de la región semiárida del cañón del río Chicamocha es del 7% en el período 1960-1990, valor que se encuentra por debajo de lo estimado para Colombia (25-30%) durante los últimos 30 años (Rangel 2005/2006).

La disminución en la cobertura vegetal, se debe al trazado de la carretera que conduce a Cepitá, a la construcción del puente sobre el río Chicamocha que conduce a Cepitá, a procesos erosivos y actividades antropogénicas. Elementos de la vegetación boscosa han desaparecido, como consecuencia de las inundaciones del río Chicamocha o por la sustitución por cultivos debido a la disponibilidad de agua y a la fertilidad del suelo.

La vegetación de la quebrada Chinavega ha sido afectada por su uso como combustible doméstico y en construcción de viviendas, además, por la alteración del régimen hídrico con fines recreativos y turísticos: ya que sus aguas han sido contenidas con el objetivo de crear una represa. Es posible que la vegetación de esta zona dentro de unos años sea muy similar florísticamente, a las asociaciones *Blecho brownei-Heliotropietum fruticosi, Melochia mollis-Randietum aculeatae, Mammillario columbianae-Pilosoceretum santanderensi y Melocacto pescaderensis-Jatrophetum gossypiifoliae* por el resultado obtenido en la similitud florística entre las asociaciones.

En las asociaciones *Stemmadenio grandiflorae-Rauwolfietum tetraphyllae,* *Ayenio magnae-Casearietum tremulae, Gyrocarpo americani-Cedreletum odoratae, Caprario biflorae-Prosopietum juliflorae, Blecho brownei-Heliotropietum fruticosi y Melochia mollis-Randietum aculeatae*, se observa la influencia del pastoreo intensivo y extensivo de cabras, además de la acción del hombre por la extracción de leña, quemas, uso del recurso hídrico con fines recreativos (construcción de represas) y/o para cultivos.

Igualmente, se ha observado la extracción de individuos de *Z. encephalartoides*, *Cavanillesia chicamochae*, *Mammillaria columbiana* var. *columbiana*, *Mammillaria columbiana* var. *bogotensis*, *Melocactus pescaderensis* de su hábitat natural, con propósitos comerciales, ornamentales y por coleccionistas, poniendo en riesgo las poblaciones naturales de estos taxones con distribución restringida al cañón del río Chicamocha.

CONSIDERACIONES FINALES

En la vegetación regional de la cuenca media del cañón del río Chicamocha, los estratos rasante y herbáceo contienen el mayor número de individuos. La mayor parte de los elementos del estrato herbáceo miden entre 60 cm y 1 m, los del estrato arbustivo entre 1,9 y 2,1 m, en el subarbóreo de 6 a 10 m y en el estrato arbóreo inferior entre 15 y 17 m. Se encontraron 2301 individuos del estrato arbustivo y arborescente con un área basal total de 33,9 m^2. La especie que domina es *S. griseus* con 14,4 m^2 (42,6% del área basal total). Valores altos de área basal se pueden deber a pocos individuos de gran porte, o a numerosos individuos de porte pequeño. Este es el caso de la asociación *Gyrocarpo americani-Cedreletum odoratae*, donde con 13 individuos, *C. odorata* ocupa el primer lugar en cuanto a dominancia, en tanto, la asociación *Ayenio magnae-Casearietum tremulae*, *S. griseus* con 46 individuos presenta el mayor valor de área basal.

En la vegetación de las alianzas *Gyrocarpo americani-Prosopion juliflorae* y *Haematoxylo brasilleto-Cordion curassavicae*, el estrato arbustivo presenta los más altos valores de cobertura. La mayoría de los elementos que hacen parte de este estrato presentan una cobertura que varía de 0,3 a 1,4 m^2. Además, existe una gran proporción de individuos de los estratos arbustivo y arborescente en las alianzas, cuyo diámetro a la altura del pecho es inferior a 8 cm.

Con relación a la frecuencia relativa, en la vegetación regional existe mayor probabilidad de encontrar en el estrato arbustivo a *L. origanoides* y *S. griseus*, que a *Cecropia peltata*, *Guettarda elliptica* y *Maclura tinctoria*. La distribución amplia (se encontraron en todos los levantamientos), que presentan *L. origanoides* y *S. griseus*, demuestra que no hay factores limitantes para su dispersión, en tanto que, *C. peltata*,

Tabla 8. Parámetros utilizados en la evaluación preliminar del estado de conservación.

PARÁMETROS	DÉCADA DEL 60	(%)	DÉCADA DEL 90	(%)
	HECTÁREAS		HECTÁREAS	
Superficie del área de estudio	960		960	
Área ocupada por el río Umpalá y quebrada Perchiquez	8	0,8	8	0,8
Área cultivada	59	6	59+38=97	10
Área con viviendas	10	1	10+5=15	2
Área con cobertura vegetal	960-(8+59+10)=903	94	960-(8+97+15)=840	88

M. tinctoria y *G. elliptica* están limitadas por la disponibilidad de agua. La probabilidad de encontrar *P. juliflora* en el estrato subarbóreo es mayor, que para la cactácea *S. griseus*.

Los Índices de Predominio Fisionómico y de Valor de Importancia a nivel regional, señalan como las especies más significativas del estrato arbustivo a *L. origanoides*, *S. griseus* y *P. juliflora* y en el estrato subarbóreo a *P. juliflora* y *S. griseus*. Las familias con mayor valor de importancia son Cactaceae, Verbenaceae y Mimosaceae.

Como ya había sido mencionado por Albesiano *et al.* (2003), la fisiografía y la disponibilidad de agua juegan un papel muy importante en la estructura, la distribución y la diversidad de las comunidades en el cañón del río Chicamocha. En laderas con pendientes suaves a pronunciadas, con suelos muy superficiales y poco evolucionados, con contenido bajo de materia orgánica, tasa de erosión igual o mayor a la formación del suelo y donde son frecuentes los procesos de lixiviación, se establecen matorrales bajos y cardonales (*Melocacto pescaderensis-Jatrophetum gossypiifoliae*), mientras que cerca de los afluentes, donde hay suelos fértiles debido a los aluviones depositados y al nivel freático alto que permiten mayor disponibilidad de nutrientes, se localizan comunidades de mayor complejidad estructural y diversidad, como en el caso de *Stemmadenio grandiflorae-Rauwolfietum tetraphylla*.

Los matorrales y la vegetación boscosa del enclave árido del río Chicamocha, guardan similitudes en la fisionomía con la región semiárida del río Patía (Ariza 1999), la costa norte de Colombia (Dugand 1973) y el matorral xerófilo de México (Rzedowski 1988). Comparando los resultados obtenidos en el enclave árido del río Patía (Ariza 1999) con los de este trabajo, se observa que a nivel regional, en el estrato arbustivo *L. origanoides* y *S. griseus* son importantes por alcanzar los más altos valores en el Índice de Predominio Fisionómico, *S. griseus* también domina en el estrato de subarbóreo (arbolitos). *L. origanoides* llega a ser dominante por el hecho de no ser totalmente palatable por las cabras (únicamente consumen los brotes jóvenes), y por lo tanto su dominancia puede explicarse por la degradación ecológica del sobrepastoreo a lo cual son sometidas otras especies. *S. griseus* no tiene condiciones específicas para su establecimiento, se propaga vegetativamente, por lo cual se generan gran cantidad de individuos con elevada capacidad de supervivencia y de pronta maduración reproductiva (Álvarez 1998). Asimismo, florece y fructifica a lo largo del año, sirviendo de alimento a aves y mamíferos, que actúan como agentes diseminadores efectivos por endozoocoria.

En la actualidad, especies con estructuras defensivas, como espinas en el caso de *Cercidium praecox*, *Mammillaria columbiana* var. *columbiana*, *M. pescaderensis*, *Opuntia depauperata*, *O. dillenii*, *P. juliflora* y *S. griseus*, se están convirtiendo en elementos dominantes en sus comunidades, sugiriendo la sustitución florística y fisionómica, o la sustitución del matorral xerófilo y el bosque seco por el matorral espinoso, como se presenta en el valle semiárido de Tehuacan-Cuicatlán en México (Camargo *et al.* 2002). Rzedowski (1988) señala que en condiciones naturales, los elementos espinosos no son importantes dentro de las comunidades vegetales, pero pueden volverse significativos bajo condiciones de disturbio, lo cual tiende a causar la desaparición de especies no espinosas. El aumento de elementos espinosos puede ser causado por condiciones secas, debido a una alta insolación, cuando árboles y arbustos de porte alto están ausentes (Jaramillo & González-M. 1983). En igual sentido, Rieger (1976) para La Guajira, considera que el aumento de la vegetación espinosa es un indicativo de la degradación de la cobertura inicial.

En la vegetación de la región del cañón del río Chicamocha son importantes las especies de Caesalpiniaceae con *C. praecox*, *H. brasiletto*, *Senna alata*, *S. pallida*; Fabaceae con *Gliricidia sepium*, *Pseudosamanea guachapele* y Mimosaceae con *Pithecellobium unguis-cati*, *P. dulce* y *P. juliflora*, por cuanto, contribuyen a mejorar los nutrientes del suelo (materia orgánica, N_{tot}, P, Ca, Mg, Na y contenidos de K), y ofrecen protección de la radiación (Camargo *et al.* 2002), de manera que se les considera recursos importantes.

De acuerdo con nuestras observaciones de campo, las actividades humanas relacionadas con la agricultura, el pastoreo de cabras y el leñateo, son los principales factores de disturbio ambiental tanto en los matorrales como en los bosques riparios, como también se aprecia en la región semiárida del cañón del río Patía y el valle semiárido de Tehuacan-Cuicatlán (México).

Finalmente, se sugieren como estrategias de conservación y manejo de la diversidad y del hábitat en la región semiárida del cañón del río Chicamocha actividades relacionadas con:

a) Identificar y proponer medidas para los taxones amenazados o en riesgo de extinción, restringiendo la ganadería caprina mediante el control del libre tránsito, además de prohibir la explotación comercial de troncos y semillas silvestres de especies endémicas al cañón (*Z. encephalartoides*, *Cavanillesia chicamochae*, *Melocactus guanensis*, *Melocactus schatzlii* subsp. *chicamochae*).

b) Promover la conservación de los taxones *ex situ* en Jardines Botánicos y Bancos de Germoplasma, como actualmente se esta trabajando con *Z. encephalartoides*, propagada en los Jardines Botánicos: Joaquín Antonio Uribe de Medellín y Eloy Valenzuela de Floridablanca (Santander) (Galeano *et al.* 2005).

c) Viabilizar el uso sostenible de taxones de interés económico; por medio de plantaciones de *Haematoxylum brasiletto*, *Maclura tinctoria*, *Randia aculeata*, *Hylocereus polyrhizus*, *Opuntia dillenii*, *Stenocereus griseus*, entre otras, con el fin de evitar su explotación excesiva.

d) Proponer el establecimiento de áreas bajo diversas figuras de protección, con base en información ecológica y de endemismo; como en el caso de las laderas entre 500 y 1170 m, donde se localiza la alianza *Haematoxylo brasilleto-Cordion curassavicae* caracterizada por presentar algunos taxones con distribución restringida a la cuenca del río Chicamocha (*Condylidium cuatrecasasii, Melocactus pescaderensis, Salvia aratocensis* subsp. *aratocensis, Salvia aratocensis* subsp. *suratensis*) (Albesiano 2005). Mención especial merece la asociación *Melochia mollis-Randietum aculeatae*, identificada como una de las comunidades con mayor variedad de especies y grado de equidad.

e) Informar y educar a la población a fin de que se valore y proteja la diversidad biótica y

f) Enviar la información básica a las entidades encargadas de la preservación y conservación.

AGRADECIMIENTOS

A COLCIENCIAS, al CINDEC (actual DIB-Universidad Nacional de Colombia), al consorcio Wildlife Conservation Society-Fundación FES-Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt y al Instituto de Ciencias Naturales de la U. Nacional de Colombia por el apoyo financiero y logístico. A J. Álvarez, C. Ariza, F. Sánchez, R. Bernal, H. Mantilla, N. Cruz, D. Herrera y M. Buenahora por su colaboración en las labores de campo, al Ing. D. Peña por sus orientaciones estadísticas y a los habitantes de Pescadero y Cepitá por su amabilidad y hospitalidad. A los evaluadores, cuyas

observaciones mejoraron la presentación final de este manuscrito.

LITERATURA CITADA

ALBESIANO, S., J. O. RANGEL-CH. & A. CADENA. 2003. La vegetación del cañón del río Chicamocha. Santander-Colombia. Caldasia. 25 (1): 73-99.

ALBESIANO, S. 2005. *Análisis florístico y biogeográfico de la flora vascular de la franja tropical (500-1200 m) del cañón del río Chicamocha (Boyacá-Santander, Colombia).* Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia (inédito), Bogotá D. C.

ALBESIANO, S. & J. L. FERNÁNDEZ-A. 2006. Catálogo comentado de la flora vascular de la franja tropical (500-1200 m) del cañón del río Chicamocha (Boyacá-Santander, Colombia). Primera parte. Caldasia 28 (1): 23-44.

ÁLVAREZ, J. E. 1998. *Hábitos alimentarios, uso y disponibilidad del hábitat de la comunidad de murciélagos antófilos en el cañón del Río Patía, Nariño-Colombia*. Trabajo de Grado. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia (inédito), Bogotá D. C.

ARIZA, C. L. 1999. *Estudio de la diversidad florística del enclave árido del río Patía (Colombia)*. Trabajo de Grado. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia (inédito), Bogotá D. C.

CAMARGO, S. L., D. SCHIVCHARN & R. GRETHER. 2002. Community structure of endemic *Mimosa* species and environmental heterogeneity in a semi-arid Mexican valley. Journal of Vegetation Science 13: 697-704.

CANO, M. A. & F. SARMIENTO. 1997. Contribución al estudio de la vegetación montana seca de la Sabana de Bogotá, Región Mondoñedo, Municipio de Mosquera. Diógenes 4(2): 182.

CUATRECASAS, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 10 (40): 221-268.

DUGAND, A. 1973. Elementos para un curso de Geobotánica en Colombia. Cespedesia 2 (6-7): 139-480.

ESPINAL, L. S. & E. MONTENEGRO. 1963. *Formaciones vegetales de Colombia: memoria explicativa sobre el mapa ecológico*. Departamento Agrológico, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá D. C.

FIGUEROA, Y. 2004. *Guía ilustrada de la flora del "Desierto de La Tatacoa" Huila, Colombia.* Trabajo de Grado. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia (inédito), Bogotá D. C.

FINOL, H. 1976. Estudio fitosociológico de las unidades 2 y 3 de la reserva forestal de Carapo, Estado de Barinas. Acta Bot. Venez. 10 (1-4): 15-103.

GALEANO, G., R. BERNAL, E. CALDERÓN, N. GARCÍA, A. COGOLLO & A. IDÁRRAGA. 2005. Zamias. Págs. 387-436. En: E. Calderón, G. Galeano & N. García (eds.). *Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 2: Palmas, Frailejones y Zamias*. Instituto Alexander von Humboldt-Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia-Ministerio de Ambiente-Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá D.C.

HERNÁNDEZ-C, J., C. SARAVIA & R. JARAMILLO-M. 1963. Aspectos biogeográficos y biológicos. Parte II-B. Págs. 49-63. En: J. Molano–C. (ed.), *Conferencia Latinoamericana para el estudio de las zonas áridas*. Informe Nacional, Imprenta Nacional, Bogotá D. C.

HERNÁNDEZ-C, J., T. WALKSCHBURGER-B., R. ORTIZ-Q. & A. HURTADO-G. 1992a. Origen y distribución de la biota Suramericana y Colombiana. Págs. 55-104. En: G. Halffter (compilador), *La diversidad biológica de Iberoamerica I.* Acta Zoológica Mexicana. Instituto de Ecología A.C, México D. F.

HERNÁNDEZ-C, J., A. HURTADO-G., R. ORTIZ-Q. & T. WALKSCHBURGER-B. 1992b. Unidades biogeográficas de Colombia. Págs. 105-151. En: G. Halffter (compilador), *La diversidad biológica de Iberoamerica I.* Acta Zoológica Mexicana. Instituto de

Ecología A. C, México D. F.

Hernández-C, J., D. Samper, H. Sánchez, V. Rueda, S. Vásquez & H. D. Correa. 1995. *Desiertos: zonas áridas y semiáridas de Colombia.* Diego Samper Ediciones, Bogotá D. C.

Jaramillo, L.V. & F. González-M. 1983. Análisis de la vegetación arbórea de la Provincia Florística de Tehuacan-Cuicatlán. Bol. Soc. Bot. Méx. 45: 49-64.

Krebs, Ch. 1985. *Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia*. Editorial Harla, México D. F.

Ludwig-A., J. & J. F. Reynolds. 1988. *Statistical ecology. A primer on methods and computing*. A Wiley Interscience Publication. John Wiley & Sons, New York.

Matteucci, S. D. & A. Colma. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Monografía Nro. 22. Secretaria General de la OEA, Washington D.C.

Rangel-Ch., J. O. & A. Bernal-C. 1980. Observaciones ecológicas en la Cordillera Oriental de Colombia I. La entomofauna asociada en tres formaciones vegetales. Bol. Dept. Biol. 1 (2): 34-51.

Rangel-Ch., J. O. & P. Franco-R. 1985. Observaciones fitoecológicas en varias regiones de vida de la cordillera Central de Colombia. Caldasia 14 (67): 211-249.

Rangel-Ch., J. O. & G. Lozano. 1986. Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el volcán del Puracé. Caldasia 14 (68-70): 503-547.

Rangel-Ch., J. O. & A. Garzón. 1994. Aspectos de la estructura, de la diversidad y de la dinámica de la vegetación del Parque Regional Natural Ucumarí. Págs. 85-108. En: J. O. Rangel (ed.), *Ucumarí: un caso típico de la diversidad biótica andina*. Edición de la CARDER, Pereira.

Rangel-Ch., J. O. & A. Velázquez. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. Págs. 59-87. En: J. O. Rangel-Ch, P. Lowy & M. Aguilar (eds.), *Colombia. Diversidad biótica II: tipos de vegetación en Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales-IDEAM, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C.

Rangel-Ch., J. O. & S. P. Cortés. 1999. Regiones de vida y formaciones vegetales en el departamento de Cundinamarca. Págs. 48-94. En: Contraloría General de Cundinamarca (ed.), *Estado de los recursos naturales y del medio ambiente en Cundinamarca*. Bogotá D. C.

Rangel-Ch., J. O. 2005/2006. La biodiversidad de Colombia. Palimpsestos 5: 292-303

Rieger, W. 1976. Vegetations Kundliche untersuchungen auf Guajira-Halbinsel (Nordost-Kolumbien). Giess. Geogr., Schr. 40: 142.

Rzedowski, J. 1988. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México D. F.

Recibido: 09/05/2006
Aceptado: 05/11/2006